

Contenu en éléments minéraux des organes de l'avocatier 'Lula' et relations avec la fumure.

J. MARCHAL et Y. BERTIN*

CONTENU EN ELEMENTS MINERAUX DES ORGANES DE L'AVOCATIER 'LULA' ET RELATIONS AVEC LA FUMURE

J. MARCHAL et Y. BERTIN (IRFA)

Fruits, mars 1980, vol. 35, n° 3, p. 139-149.

RESUME - Le bilan minéral total (N, P, K, Ca, Mg, Cl, Na, Fe, Mn, Zn) de l'avocatier de la variété 'Lula' a été effectué en Martinique. L'azote et le potassium, outre leur rôle qualitatif, sont les deux éléments quantitativement les plus importants, bien qu'une probable insuffisance de la fumure azotée soit mise en évidence pour des arbres adultes. Les immobilisations en phosphore et en magnésium sont plus faibles que celles en chlore.

Parmi les fruits tropicaux et subtropicaux déjà étudiés l'avocat exporte les plus fortes quantités de N, P, K, à la tonne, mais les rendements sont bas et les besoins en engrais azotés et potassiques sont importants.

DONNEES AGRONOMIQUES

Elles sont résumées dans le tableau 1. Les arbres greffés sont plantés en terrasses sur un terrain à forte pente, orienté NE-SO. Le sol n'est pas irrigué, mais cette plantation, située dans le nord de la Martinique, sur la côte atlantique à une altitude de 150 m, reçoit une pluviométrie importante ; au moment de l'échantillonnage, en novembre 1978, en fin de saison des pluies les précipitations étaient journalières et abondantes.

Les engrais - complets - sont apportés mensuellement sauf en période sèche («Carême»). Les doses mensuelles sont croissantes jusqu'à quatre ans, âge à partir duquel elles sont constantes.

Les doses de K₂O apportées ici sont doubles de celles de N et P₂O₅. En Floride (19) ou en Californie (12) on recommande plutôt des doses égales de N et K₂O ; des apports supplémentaires de K₂O n'auraient pas d'effets bénéfiques sur le rendement.

De nombreux travaux ont été publiés sur les besoins en engrais de l'avocatier, sur les mises au point du diagnostic foliaire et son application au contrôle des fumures (1, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 18, 19 ...) pour déterminer le taux d'utilisation des engrais.

Dans cette étude, les quantités d'éléments immobilisés par des avocatiers de la variété 'Lula', cultivés en Martinique et âgés de six ans, sont déterminées par la réalisation d'un bilan minéral total. Ce bilan doit permettre de juger de l'utilisation des fumures apportées et doit donner une indication plus précise des besoins de la plante au moins dans la situation écologique concernée. CAMERON (6) a déjà réalisé une étude semblable sur une variété mexicaine de semis âgée de sept ans ; la recherche était principalement consacrée à l'évolution des feuilles vieillissantes.

* - J. MARCHAL - IRFA-GERDAT, Service de Physiologie - B.P. 5035 34032 Montpellier Cedex France
Y. BERTIN - IRFA - Centre de Martinique - B.P. 153 - 97202 Fort-de-France (Martinique).

TABLEAU 1 - Données agronomiques de la parcelle échantillonnée.

Plantation BELLEVUE (parcelle ERDE)		Commune de Marigot (Martinique)				
Variété : 'Lula'		Date de plantation : juin 1972				
Porte-greffe : avocatier local		en terrasses				
Ecartement : 6 x 7 m						
Fumure : engrais complet 12-12-24						
année	doses annuelles	quantités d'éléments apportées par arbre et par an en grammes				
		N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O
1972	6 apports de 100 g	72	31	72	119	144
1973	10 apports de 100 g	120	52	120	199	240
1974	10 apports de 300 g	360	157	360	597	720
1975	10 apports de 500 g	600	262	600	995	1200
1976	8 apports de 800 g	768	335	768	1274	1536
1977	8 apports de 800 g	768	335	768	1274	1536
1978	8 apports de 800 g	768	335	768	1274	1536
Totaux		3456	1507	3456	5732	6912
Rendements : 1977 : 37 kg/arbre		1978 : 32 kg/arbre				

Le sol, très peu caillouteux, argilo-limoneux mais drainant bien, est acide, riche en P, K (en rapport probable avec la fumure) et en Ca.

Analyse du sol (1976 - laboratoire IRFA Martinique) :

pH 5,5

matière organique : 3 p. 100

complexe absorbant :

Ca échang. meq/100 g	5
Mg	1
K	2
capacité d'échange	16
P ₂ O ₅ (Truog) o/oo	0,5

ECHANTILLONNAGE

Il a été effectué sur quatre arbres - constituant chacun une répétition - pris dans un carré sans symptômes de malnutrition, en bon état phytosanitaire et représentatifs de la bonne moyenne de ce carré.

A la suite des tailles de formation et d'entretien (3) chacun d'eux ne portait que quatre branches charpentières principales et avait une forme en gobelet.

Pour limiter la masse de matière végétale à préparer, une seule branche charpetière principale est prélevée ; mais pour chacun des arbres - donc pour chaque répétition - l'orientation de cette branche a été différente : les quatre points cardinaux principaux ont été ainsi couverts avec plus ou moins de précision.

Le travail de préparation des échantillons a été alors conduit comme il l'avait été auparavant sur mandarinier 'Wilking' (16) ; ainsi, pour chaque arbre :

a) trois branches sont séparées du tronc et leur poids frais

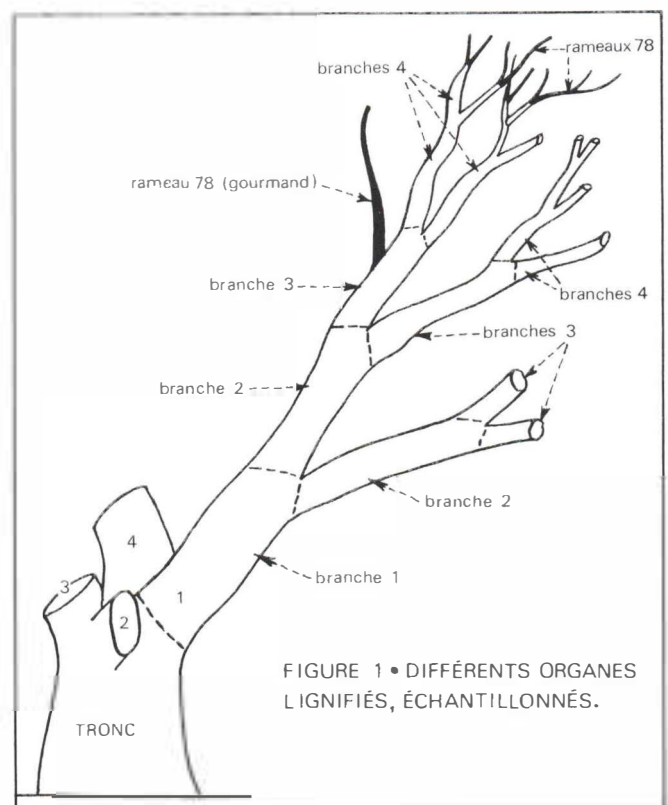


FIGURE 1 • DIFFÉRENTS ORGANES LIGNIFIÉS, ÉCHANTILLONNÉS.

total est mesuré,

b) une branche est conservée pour la constitution des échantillons, elle est divisée en différents organes.

Echantillonnage des parties lignifiées aériennes.

Elles sont séparées en fonction de caractères morphologiques (figure 1).

1. **branche charpentière principale** : elle va du tronc à la première ramification, elle sera appelée dans la suite du texte branche 1 (BR 1 sur les figures). Elle porte des cicatrices de branches correspondant aux tailles de formation.

2. **branches charpentières d'ordre 2** (branches 2 - BR 2) : constituées des deux branches de la fourche issue de la branche 1. Elles peuvent être de longueur inégale.

3. **branches charpentières d'ordre 3** (branches 3 - BR 3) constituées de quatre branches issues des fourches des branches 2.

4. **branches 4 (BR 4)** : branches subérifiées issues du troisième rang de ramifications ; leurs diamètres sont variables, les plus petites portant des feuilles anciennes.

5. **rameaux 1978** : ne sont pas encore subérifiées, l'écorce est verte ; ils ont poussé dans l'année et portent les feuilles de l'année. Leurs longueurs et leurs diamètres sont très variables, ils sont parfois ramifiés ; des gourmands peuvent atteindre près de deux mètres de long, alors que des brindilles sont réduites à une longueur de quelques centimètres. On trouve des rameaux 1978 sur branches 3 ou 4.

6. **Tronc** : il est scié à ras du sol.

Le poids frais total de ces cinq classes de branches et du tronc est mesuré, puis une aliquote, de poids connu, est constituée en sciant chacun de ces organes à l'exception des rameaux 78 tous les dix centimètres et en recueillant la sciure. Cette aliquote permettra après séchage sous infrarouge de déterminer les teneurs en matière sèche et en éléments minéraux.

Les rameaux 78 ont été fractionnés en segments de un centimètre de long environ et après homogénéisation une aliquote est pesée.

Feuilles.

Deux catégories de feuilles ont été reconnues :

1. **les vieilles feuilles (VF)** : portées sur des branches lignifiées (branches 4). Elles sont reconnaissables, même isolées, à leur aspect cassant et terne, elles portent souvent des taches parasitaires ; elles ont au maximum deux ans.

2. **les feuilles de l'année** (feuilles 78) portées par les rameaux 1978 sont brillantes ; les plus jeunes n'ont pas de

pruine sur la face inférieure et à l'époque de l'échantillonnage (novembre 1978) elles étaient peu abondantes.

Après la mesure du poids total, une aliquote de chacune de ces deux catégories est prélevée.

Bois mort.

La totalité du bois mort de l'arbre est recueillie ; il est dans la plupart des cas constitué de petites branches de 1 à 2 centimètres de diamètre au maximum et de brindilles. Les feuilles éventuellement desséchées sont tombées.

Une aliquote est constituée comme pour les branches.

Racines.

L'enracinement de l'arbre est relativement peu profond comparativement à son développement aérien, mais il s'étend sur un diamètre d'au moins six mètres et plus ; les racines des différents arbres peuvent être imbriquées.

Il était difficile de faire un échantillonnage sur les quatre arbres, il n'a été réalisé que sur un seul à l'aide d'un bulldozer. Trois catégories de racines ont été séparées :

1. le pivot qui mesure environ 80 cm,
2. les grosses racines,
3. le chevelu : il est certain qu'une grande partie de celui-ci a été perdue à l'arrachage mécanique.

L'aliquote pour analyse du pivot et des grosses racines a été préparée, après lavage de ceux-ci, comme pour les branches.

Fruits.

Au moment de l'échantillonnage la récolte se terminait. La production de chacun des arbres n'a pu être mesurée et seul le rendement moyen des arbres du carré est connu ; un échantillonnage moyen des fruits a été effectué.

Les fruits ont été séparés en trois organes :

1. noyau,
2. pulpe,
3. peau.

Comme nous l'avions vérifié sur le mandarinier 'Wilking' (16), nous avons admis que la répartition des masses des différents organes séparés était la même dans les quatre branches d'un même arbre. Ceci nous permet de calculer la masse de chaque organe pour un arbre à partir de la branche échantillonnée. L'examen des quatre branches donnait un aspect de bon équilibre de l'arbre ; la taille ayant une influence certaine.

L'échantillonnage de la branche représentative de chaque arbre a confirmé a posteriori notre hypothèse ; les proportions de chaque organe de cette branche étaient identiques et leur masse fonction du poids total des parties aériennes.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats des différents caractères mesurés - poids frais et secs des organes, teneurs en éléments minéraux et leurs masses dans les organes - apparaissent dans les tableaux 2 à 7 et les figures 2 à 13.

Les différences de poids d'organes, de teneurs en N, P, K, Ca, Mg, sont très faibles d'un arbre à l'autre (figures 2 à 9), aussi dans les tableaux, seule la moyenne des quatre arbres est indiquée. Dans les organes lignifiés le fer est beaucoup plus variable (figure 12), une contamination de la sciure par la scie est possible bien que nous ne l'ayons pas observée auparavant. La variation de Cl, Na, Mn, Zn peut être due aux caractères individuels des échantillons ou à une éventuelle influence de l'orientation sans que nous puissions le prouver ou l'infirmier.

Bilan pondéral (tableau 2, figures 2, 3 et 4).

Comparés à la variété mexicaine de semis (6) âgée de sept ans les 'Lula' ont produit une masse végétale fraîche très largement plus importante :

507 kg contre 202 kg pour les parties aériennes et 121 kg (un seul arbre échantillonné contre 49 kg pour les racines).

Ces écarts se retrouvent pour les poids secs et les masses d'éléments immobilisés ; mais la part de chaque organe dans le total est également différente : ainsi les feuilles de la variété mexicaine représentent le quart du poids sec total de l'arbre ; chez 'Lula' les feuilles ne comptent que pour 11,4 p. 100 (15 p. 100 des parties aériennes), les parties lignifiées sont beaucoup plus développées. L'effet variétal, le mode de culture (plants greffés, plants de semis) et la taille chez 'Lula' qui favorise le grossissement des branches restées en place, sont certainement en cause.

La quasi-totalité des feuilles s'est développée dans l'année (83 des 85,5 kg) ; celles-ci sont très naturellement moins riches en matière sèche que les feuilles plus âgées.

La production de rameaux de l'année dépasse en poids les branches 4. Ce résultat peut paraître aberrant ; en fait cette différence est la conséquence, très probable, de la taille. Les gourmands sont éliminés et ils représentent une part importante des rameaux de l'année. Il est possible aussi que la croissance ait été plus vigoureuse en 1978 que les années précédentes ?

Les poids frais et secs des branches, leurs teneurs en matière sèche sont d'autant plus importants que les branches sont anciennes.

Dans les racines - qui représentent environ 20 p. 100 du poids total de l'arbre - le chevelu est probablement sous-estimé (tableau 3) comme nous l'avons indiqué précédemment.

Pour des arbres de six ans, le poids des fruits est relativement faible (32 kg). La pulpe représente près des trois-quarts du poids du fruit (tableau 4).

Bilan de l'azote.

Les feuilles, les branches ou les racines, sont d'autant plus riches en N, P et K, qu'elles sont jeunes (tableau 5).

Près de la moitié de N des parties aériennes est contenue dans les feuilles en rapport avec leurs fortes teneurs. A l'opposé, la masse de N immobilisée dans les branches est fonction de leur poids sec important. Ce caractère est retrouvé pour la plupart des éléments.

En 1978 les arbres ont reçu 768 g de N (tableau 1), ils en ont exporté environ 90 g, donc très peu. Mais pour assurer la croissance des organes 1978 (rameaux plus feuilles) 692 g ont été nécessaires (tableau 6). C'est dire que les apports ont été

TABLEAU 2 - Bilan pondéral des parties aériennes de l'avocatier 'Lula' en Martinique.

	poids frais		teneurs en M S	poids sec	
	kg	p. 100 du total		kg	p. 100 du total
feuilles 1978	83,0	16,4	36,0	29,90	14,5
rameaux 1978	52,8	10,4	25,1	13,24	6,4
vieilles feuilles	2,5	0,5	39,2	0,98	0,5
branches 4	34,8	6,9	36,2	12,59	6,1
branches 3	57,0	11,2	40,1	22,83	11,1
branches 2	97,3	19,2	44,7	43,47	21,0
branches 1	133,6	26,3	45,6	60,97	29,5
tronc	42,2	8,3	48,0	20,24	9,8
bois mort	4,2	0,8	58,5	2,46	1,1
total	507,4			206,68	
pousses 1978	135,8	26,8		43,14	20,9

TABLEAU 3 - Bilan de l'avocatier 'Lula' (Martinique) : racines d'un arbre.

	poids frais		poids sec	N		P		K		Ca		Mg		Cl		Na		Fe		Mn		Zn	
	kg	% M S		kg	% M S	g	% M S	g	% M S	g	% M S	g	% M S	g	% M S	g	ppm M S	mg	ppm M S	mg	ppm M S	mg	ppm M S
pivot	51,2	47,0	24,06	0,32	76,99	0,046	11,07	0,43	103,46	0,152	36,57	0,039	9,38	0,030	7,22	31	746	978	23530	24	577	20	481
grosses racines	66,0	43,9	29,97	0,36	107,89	0,057	17,08	0,33	98,90	0,153	45,85	0,042	12,59	0,016	4,80	63	1888	2280	68332	53	1588	22	659
chevelu	4,0	27,2	1,09	0,97	10,57	0,122	1,33	0,68	7,41	0,272	2,96	0,073	0,80	0,126	1,37	146	159	923	1006	68	74	31	34
Totaux	121,2		55,12		195,45		29,48		209,77		85,38		22,77		13,39		2793		92868		2239		1174

TABLEAU 4 - Bilan de l'avocatier 'Lula' (Martinique) : composition du fruit.

	poids frais		poids sec	N		P		K		Ca		Mg		Cl		Na		Fe		Mn		Zn	
	kg	% M S		kg	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm
peau	5,9	30,7	1,81	0,86	15,56	0,198	3,58	1,75	31,68	0,039	0,71	0,072	1,30	0,030	0,54	27	49	55	100	5	9	32	58
pulpe	18,1	26,9	4,87	1,05	51,14	0,090	4,38	1,66	80,84	0,035	1,71	0,065	3,17	0,015	0,73	38	185	49	239	2	10	20	97
noyau	8,0	36,5	2,92	0,76	22,19	0,109	3,18	1,11	32,41	0,057	1,66	0,069	2,02	0,027	0,79	12	35	42	123	7	20	15	44
totaux	32,0		9,60		88,89		11,14		144,93		4,08		6,49		2,06		269		462		39		199

TABLEAU 5 - Bilan minéral de l'avocatier 'Lula' en Martinique (novembre 1978).
Teneurs en éléments minéraux des parties aériennes végétatives

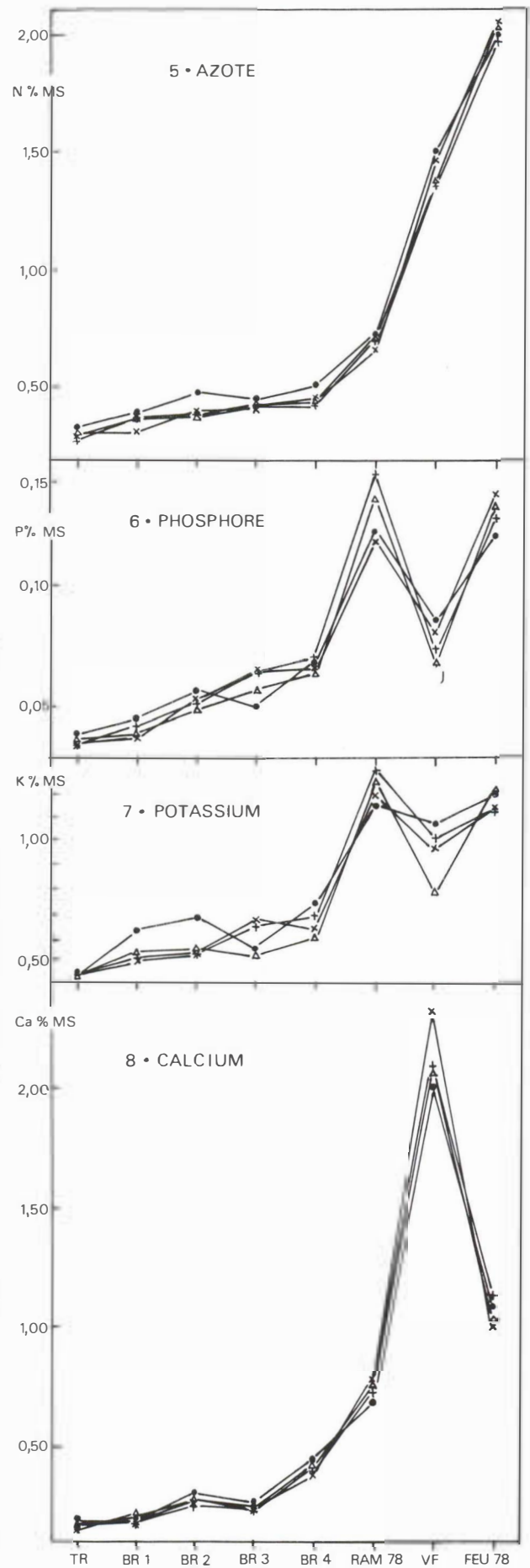
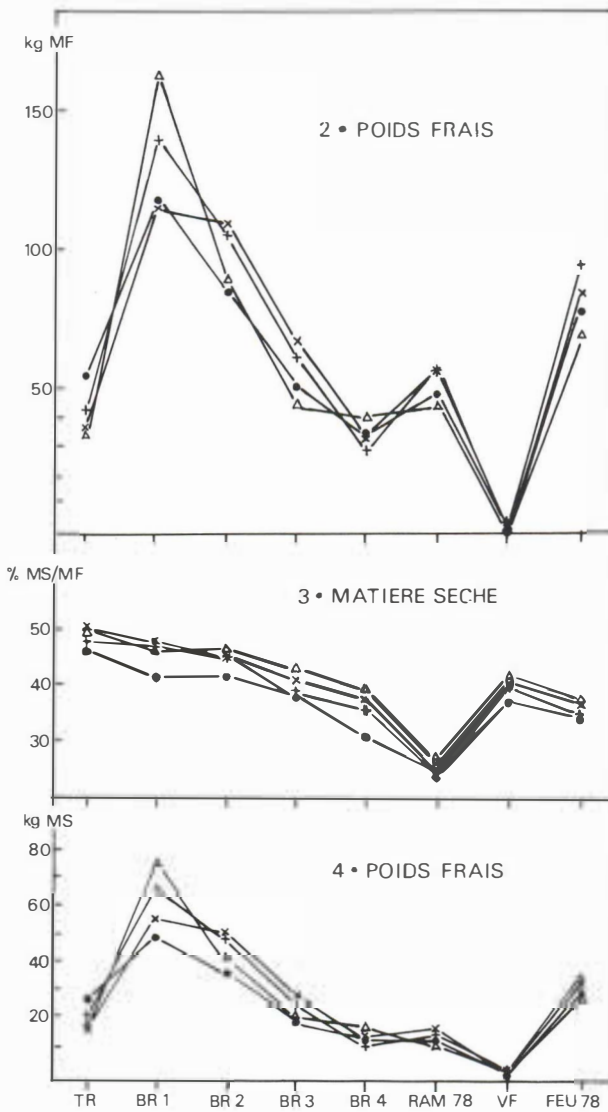
teneurs	% M S						ppm M S			
	N	P	K	Ca	Mg	Cl	Na	Fe	Mn	Zn
feuilles 1978	2,00	0,133	1,17	1,070	,250	,132	29	128	186	26
rameaux 1978	0,71	0,136	1,23	0,741	,133	,045	59	104	48	22
vieilles feuilles	1,42	0,079	0,96	2,142	,354	,370	74	144	347	31
branches 4	0,46	0,068	0,66	0,410	,072	,053	40	461	35	34
branches 3	0,44	0,060	0,59	0,246	,047	,364	22	653	30	32
branches 2	0,42	0,053	0,57	0,275	,045	,218	18	380	39	36
branches 1	0,37	0,042	0,54	0,191	,037	,141	15	291	25	34
tronc	0,32	0,038	0,44	0,178	,032	,058	22	407	21	22
bois mort	0,45	0,063	0,74	1,184	,156	,053	139	154	59	31

FIGURES 2 à 13

BILAN PONDERAL ET TENEURS EN ELEMENTS MINERAUX DES PARTIES AERIENNES DES QUATRE AVOCATIER "LULA" ECHANTILLONNES.

- + —+ ARBRE 1 - Branche prélevée au nord.
- —● ARBRE 2 - " " " sud.
- △ —△ ARBRE 3 - " " " ouest.
- x —x ARBRE 4 - " " " est.

- TR..... tronc.
- BR 1, 2, 3, 4... branches 1, 2, 3, 4.
- RAM 78..... rameaux 1978.
- VF..... vieilles feuilles.
- FEU 78..... feuilles 1978.



BILAN MINERAL (suite)

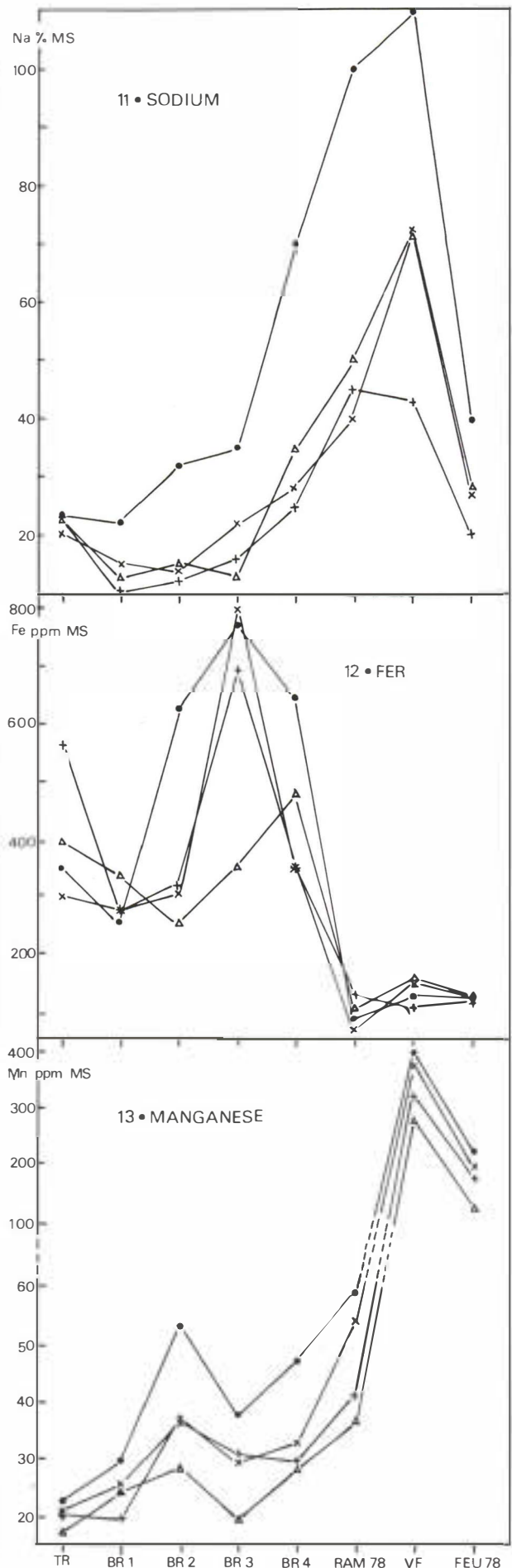
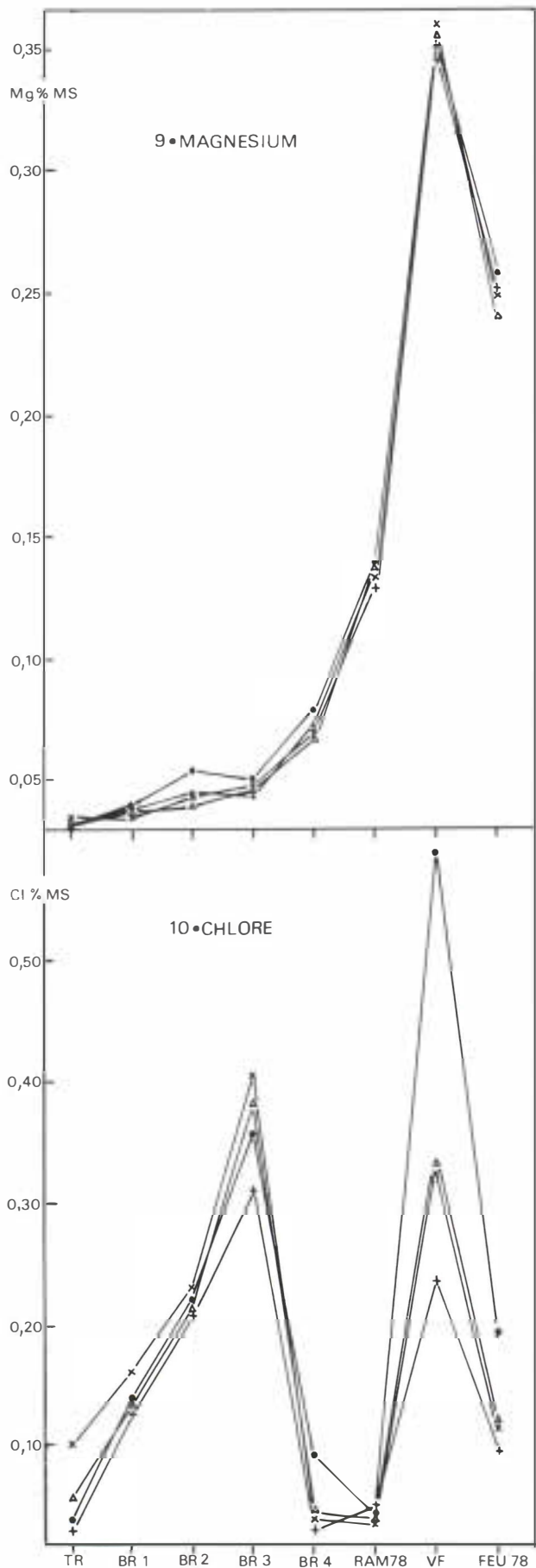


TABLEAU 6 - Bilan minéral de l'avocatier 'Lula' en Martinique (novembre 1978).
Masses d'éléments immobilisées par les parties aériennes végétatives

	grammes						milligrammes			
	N	P	K	Ca	Mg	Cl	Na	Fe	Mn	Zn
feuilles 1978	598,00	39,77	349,83	319,90	74,75	39,47	867	3827	5561	777
rameaux 1978	94,00	18,01	162,85	98,10	17,61	5,96	781	1377	636	291
vieilles feuilles	13,92	0,77	9,41	20,99	3,47	3,63	73	141	340	30
branches 4	57,91	8,56	83,09	51,62	9,07	6,67	504	5804	441	428
branches 3	100,45	13,70	134,70	56,16	10,73	83,10	502	14908	662	731
branches 2	182,57	23,04	247,78	119,54	19,56	94,76	782	16519	1695	1565
branches 1	225,59	25,61	329,24	116,45	22,56	85,97	915	17742	1524	2073
tronc	64,77	7,69	89,06	36,03	6,48	11,74	445	8238	425	445
bois mort	11,07	1,55	18,20	29,13	3,84	1,30	342	379	145	76
totaux	1348,28	138,70	1424,16	847,92	168,07	332,60	5211	68935	11429	6416
pousse 1978	692,00	57,78	512,68	418,00	92,36	45,43	1648	5204	6197	1068

TABLEAU 7 - Immobilisations totales de l'arbre.

	grammes						milligrammes			
	N	P	K	Ca	Mg	Cl	Na	Fe	Mn	Zn
pousse 78	692	58	513	418	92	45	1648	5204	6197	1068
parties aériennes	1348	139	1423	848	168	333	5211	68935	11429	6416
racines	195	29	210	85	23	13	2793	92868	2239	1174
total partie végétative	1543	168	1634	933	191	346	8004	161803	13668	7590
fruits	89	11	145	4	6	2	269	462	39	199
total général	1622	179	1779	937	197	348	8273	162265	13707	7789

insuffisants d'autant plus que les organes plus âgés continuent de s'accroître et que la lixiviation de N est certainement importante malgré le fractionnement des apports.

CAMERON a montré (6) qu'une moitié, au moins, de N contenu dans les vieilles feuilles, migrait vers les autres organes avant leur chute ; pour P et K la proportion est plus faible et les autres éléments s'accumulent. Ce sont donc ces vieilles feuilles qui assureraient en partie l'alimentation de la pousse suivante. Mais dans le cas des 'Lula' il ne faut pas oublier qu'une partie des feuilles sera supprimée par la taille.

Depuis la plantation, les arbres ont reçu 3456 g de N (tableau 1) et ils en contiennent environ 1600 g, les exportations ont été limitées, les rendements étant faibles. Le bilan total de l'azote par rapport aux fumures totales paraît donc favorable. Mais le bilan de la pousse 1978 est plus précis et l'insuffisance de N pourrait expliquer les faibles rendements. Les fumures dans les jeunes stades étaient probablement très suffisantes mais elles devraient être renforcées aux stades adultes.

Bilan du phosphore.

De tous les organes de l'arbre la peau du fruit est la plus riche. Sinon ce sont les parties jeunes qui ont les teneurs les plus élevées en rapport avec le rôle de P sur la croissance.

La masse de P exportée par les fruits, contenue dans les organes 1978 ou dans la totalité de l'arbre (tableau 7) indique une fumure phosphorée pléthorique (335 g en 1978 - 1507 g depuis la plantation) d'où la richesse du sol liée à la faible lixiviation de cet élément.

Bilan du potassium.

Les quantités de K immobilisées par la variété mexicaine (6) sont inférieures à celles de N (N : 929 g, K : 743 g) ; résultats habituellement rencontrés chez les plantes ligneuses et les agrumes en particulier (16), à l'opposé de plantes herbacées telles que le bananier (17) ou l'ananas (14). Par contre, chez ces 'Lula' le contenu en K dépasse celui en N (tableau 7) bien que la pousse 1978 soit plus riche en N

mais les organes lignifiés sont mieux pourvus en K qu'en N.

Comme chez les agrumes et d'autres fruits, les exportations de K sont supérieures à celles de N (tableau 8), la peau et la pulpe étant particulièrement riches. Mais dans le cas présent ces exportations représentent une faible part du potassium apporté dans l'année (environ 10 p. 100 pour K et 12 p. 100 pour N).

Une partie de K des vieilles feuilles va probablement migrer vers les jeunes organes mais cette migration paraît faible car les niveaux ont peu diminué entre les deux catégories de feuilles (feuilles 78 : 1,17 p. 100 de K; vieilles feuilles : 0,96 p. 100) en relation probable avec une fumure très suffisante. Environ 40 p. 100 de K apportés dans l'année (1274 g) sont contenus dans la pousse 78 (513 g), et près de 120 g sont exportés par les fruits; le taux d'absorption serait donc assez bon, si tout le K trouvé dans ces organes provenait de la fumure. Au total, sans compter les exportations, près de 30 p. 100 du potassium apporté depuis la plantation sont retrouvés dans la plante. Ce résultat comparé aux immobilisations et exportations de 1978 indique que les besoins vont bien en augmentant avec l'âge et que probablement dans les premières années la fumure était excédentaire; la fumure de 1978, quant à elle, paraît être suffisante mais pourrait être mieux rentabilisée avec une fumure azotée plus élevée.

Bilan du calcium et du magnésium.

Ce sont les feuilles qui sont très largement les plus riches en Ca et Mg et d'autant plus qu'elles sont âgées. Bien que chlorophyllienne la peau du fruit contient très peu de Mg.

Les faibles exportations de ces éléments par les fruits semblent être un caractère de l'avocat, il a été retrouvé dans d'autres régions de Martinique; d'ailleurs seuls les agrumes sont de forts exportateurs de calcium (tableau 8).

Les immobilisations de Ca - surtout - et de Mg, dépassent celles du phosphore. Dans la variété mexicaine (6) les immobilisations de Ca dépassaient même celles de K - mais il n'est pas précisé si ces arbres recevaient une fumure potassique; K est proportionnellement plus faible et Mg et Ca plus élevés que chez 'Lula' (743 g de K, 781 g de Ca, 199 g de Mg

dans 116 kg de M S chez les mexicaines - 1634 g de K, 933g de Ca et 191 g de Mg dans 207 kg de M S chez 'Lula').

Ces différences de comportement pour les cations entre mexicaine et 'Lula' peuvent être dues à des effets variétaux ou à des réactions antagoniques du couple Ca-Mg par rapport à K en fonction de l'intensité des apports de cet élément ou de la richesse du sol.

Bilan du chlore.

L'avocatier est très sensible aux excès de chlorure qui peuvent provoquer des symptômes de toxicité foliaire. De tels symptômes ont été observés sur la côte caraïbe de Martinique en zone irriguée sur la variété 'Lula'. Dans un tel cas les feuilles étaient fortement enrichies en chlore : 0,67 p. 100 de Cl dans la matière sèche en cas de symptômes, et 0,22 p. 100 dans des feuilles saines.

Les arbres échantillonnés ici ne présentaient pas de symptômes foliaires (brûlure avec dessèchement de couleur havane à partir de la pointe des feuilles) et les niveaux déterminés dans les feuilles paraissent normaux même si les vieilles feuilles accumulent nettement Cl (tableau 5).

On peut donc considérer que les immobilisations correspondent à un arbre qui aura accumulé Cl sans excès, sans pour autant savoir si la masse de Cl immobilisée est indispensable à la plante; au total l'arbre contient plus de deux fois plus de Cl que de Mg. Les chlorures peuvent être fournis à la fois par le sol et par l'engrais complet contenant du chlorure de potassium.

Les fruits - comme les racines - sont très pauvres et les exportations sont très faibles. Le chlore s'accumule surtout dans les organes lignifiés les plus anciens (branches 1, 2 et 3) (tableau 7) avec un brutal effondrement des branches 3 aux branches 4 (figure 6), et avec accumulation également dans les vieilles feuilles qui l'élimineraient par leur chute?

Bilan du sodium.

L'arbre dont les feuilles étaient les plus riches en Cl

TABLEAU 8 - Exportations minérales (kg/tonne) des fruits de quelques espèces fruitières tropicales et subtropicales

	avocat	ananas	agrumes		bananes
			oranges	clémentines	
N	2,80	0,90	1,20	1,50	1,70
P	0,35	0,12	0,27	0,16	0,22
K	4,53	2,00	2,60	1,60	5,50
Ca	0,13	0,10	1,05	0,60	0,21
Mg	0,20	0,16	0,20	0,12	0,27

(figure 10) est aussi le plus riche en Na (figure 11) et les niveaux les plus bas correspondent à l'arbre le plus pauvre en Cl. Il est donc bien probable qu'une partie de Cl est fournie par du Na Cl (du sol, des engrais ...).

Dans les feuilles les niveaux de Na sont bas ; et il s'accumule dans le bois mort (tableau 5). Cet élément est, parmi les dix analysés, quantitativement le plus faible sauf dans les fruits dont le contenu en Mn et Zn est encore moindre.

Bilan du fer.

Les racines immobilisent plus de la moitié de la totalité du fer, c'est là un caractère classique. La pauvreté des organes les plus jeunes (rameaux 78, feuilles, fruits), par rapport aux autres parties de la plante, confirme la mobilité assez faible de cet élément. Le fer est quantitativement aussi important que P dans ces arbres (tableau 7).

Bilan du manganèse.

A l'opposé du fer cet élément est beaucoup plus mobile : les feuilles contiennent la moitié du Mn des parties aériennes ; mais cette mobilisation est contrôlée puisque les fruits et particulièrement la pulpe n'en contiennent que des traces.

Bilan du zinc.

Il se caractérise par une grande variabilité d'un arbre à l'autre : les teneurs restent comprises entre 20 et 40 ppm pour tous les organes. Les branches contiennent près des deux tiers de Zn en rapport avec leur masse sèche élevée.

CONCLUSION

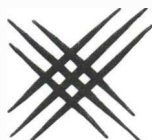
Dans les conditions de culture de ces avocats 'Lula', les exportations par les fruits en éléments minéraux sont faibles comparées aux apports d'engrais et aux quantités d'éléments contenues dans les parties végétatives. Cette faiblesse est essentiellement due aux maigres rendements induits par la fumure azotée très probablement insuffisante par rapport aux apports potassiques.

Cependant les exportations en N, P, K, par tonne de fruits (tableau 8), comparées aux cultures fruitières tropicales et subtropicales que nous avons pu étudier (14, 16, 17), sont parmi les plus élevées et tout particulièrement pour N. Pour exporter une tonne de fruits les investissements en engrais sont importants, le taux d'absorption des éléments par la plante paraît élevé, mais le coefficient de transformation en fruits paraît faible dans la situation de cette plantation. Il a été vérifié que des avocats 'Lula' de Martinique donnant des rendements trois fois plus élevés exportaient les mêmes quantités d'éléments par tonne de fruits, les apports d'azote étaient alors de 25 p. 100 plus importants, la fumure était donc mieux rentabilisée.

BIBLIOGRAPHIE

- ALDRICH (D.G.), COONY (J.J.) et GOULBEN (B.).
Leaf analysis survey as a guide for establishing avocado fertility trials.
Citrus leaves, 1953, 33 (2), p. 15-16.
- AYERS (A.D.), ALDRICH (D.G.) et COONY (J.J.).
Sodium and chloride injury of Fuerte avocado leaves.
Calif. avoc. Soc. Yearbook, 1951, vol. 35, p. 174-178.
- BERTIN (Y.).
La taille de l'avocatier à la Martinique.
Fruits, 1976, vol. 31, n° 6, p. 391-399.
- BERTIN (Y.), BLONDEAU (J.P.) et DORMOY (M.).
Premiers résultats d'une étude d'analyse foliaire sur l'avocatier 'Lula' à la Martinique.
Fruits, 1976, vol. 31, n° 7-8, p. 459-471.
- BINGHAM (F.T.).
Seasonal trends in nutrient composition of Hass avocado trees.
Proc. amer. Soc. Hort. Sci., 1961, vol. 78, p. 149-160.
- CAMERON (S.H.), MUELLER (R.T.) et WALLACE (A.).
Nutrient composition and seasonal losses of avocado trees.
Calif. avoc. soc. Yearbook, 1952, vol. 37, p. 201-209.
- EMBLETON (T.W.), JONES (W.W.), KIRKPATRICK (J.D.) et GREGORY ALLEN (D.).
Influence of sampling date, season and fertilization on macronutrients on Fuerte avocado leaves.
Proc. amer. Soc. Hort. Sci., 1958, vol. 72, p. 309-320.
- EMBLETON (T.W.), JONES (W.W.) et GARBER (M.J.).
Curvilinear relationship between leaf nitrogen and yield of Fuerte avocado.
Proc. amer. Soc. Hort. Sci., 1959, vol. 74, p. 378-382.
- EMBLETON (T.W.), GARBER (M.J.) et JONES (W.W.).
Leaf analysis as a guide to nitrogen fertilization of avocado.
Calif. avoc. soc. Yearbook, 1959, vol. 43, p. 94-95.
- EMBLETON (T.W.) et JONES (W.W.).
Avocado and mango nutrition,
in : Temperate to tropical fruit nutrition.
ed. Norman Childers, 1966, p. 51-76.
- EMBLETON (T.W.) et JONES (W.W.).
Development of nitrogen fertilizer program for California avocados.
Calif. Avoc. Soc. Yearbook, 1971-1972, p. 90-96.
- EMBLETON (T.W.) et GARBER (J.M.).
Avocado nutrition in California.
Proc. Florida State Hort. Sci., 1964 (77), p. 401-405.
- HAAS (A.R.C.) et BRUSCA (J.N.).
Chloride toxicity in avocado.
California agr., 1955, 9 (2), p. 12-14.
- LACOEUILHE (J.J.).
Conservation de la fertilité d'un sol ferrallitique de basse Côte d'Ivoire cultivé en ananas.
Fruits, 1978, vol. 33, n° 4, p. 241-256.

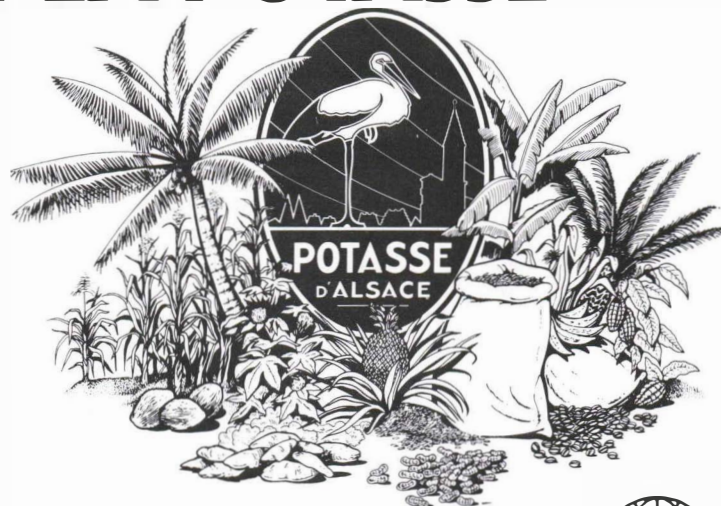
15. MALO (S.E.).
Mineral nutrition of avocado.
Proceeding of the first international tropical fruit short course on the avocado.
Institute of Food and Agricultural Sci. Univ. of Florida, 1976, p. 42-46.
16. MARCHAL (J.) et LACOEUILHE (J.J.).
Bilan minéral du mandarinier 'Wilking'.
Fruits, 1969, vol. 24, n° 6, p. 299-318.
17. MARCHAL (J.) et MALLESSARD (R.).
Comparaison des immobilisations minérales de quatre cultivars de bananier à fruits pour cuisson et de deux 'Cavendish'.
Fruits, 1979, vol. 34, n° 6, p. 373-392.
18. MARTIN-PREVEL (P.), MARCHAL (J.), GAILLARD (J.P.) et BOURDEAUT (J.).
Premières analyses foliaires sur avocats au Cameroun et en Côte d'Ivoire.
Fruits, 1974, vol. 29, n° 10, p. 675-688.
19. POPENOE (J.), ORTH (J.P.) et HARKNESS (R.W.).
Leaf analysis survey of avocados growing in Florida.
Proc. Fla. State Hort. Soc., 1961, (74), p. 365-367.



LES CULTURES TROPICALES AIMENT LA POTASSE

QUALITE
RENDEMENT
PROFIT

**engrais
potassiques**



GRUPE EMC

SOCIÉTÉ COMMERCIALE DES POTASSES ET DE L'AZOTE

62-68, rue Jeanne d'Arc - 75646 PARIS CEDEX 13

Tél. : 584.12.80 Téléx : P.E.M.C. 20191 F



KALICIS P. 2010

CSB K 824